

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10282489 A**(43) Date of publication of application: **23.10.98**

(51) Int. Cl

**G02F 1/1335**  
**G02B 5/12**
(21) Application number: **09086960**(22) Date of filing: **04.04.97**

(71) Applicant:

**SEIKO INSTR INC**

(72) Inventor:

**EBIHARA TERUO**  
**TANIGUCHI KO**  
**MOTTE SHUNICHI**  
**SENBONMATSU SHIGERU**  
**YAMAMOTO SHUHEI**  
**FUKUCHI TAKAKAZU**  
**SAKAMA HIROSHI**  
**HOSHINO MASAFUMI**  
**SHINO NAOTOSHI**  
**YAMAZAKI OSAMU**
(54) **REFLECTION TYPE LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE**

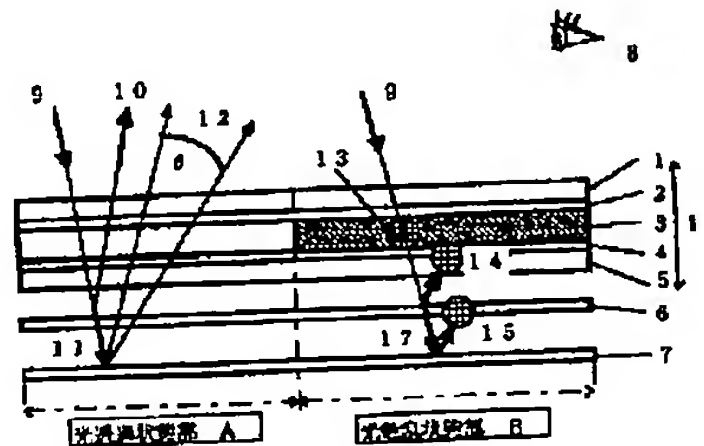
(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To realize color display having bright appearance and excellent in a decorative effect by using a light scattering mode display element as an optical modulation layer and combining a color separation mirror with a functional reflector.

**SOLUTION:** The color separation mirror layer 6 and the functional reflector 7 are arranged at the back of the light scattering mode display element 16 constituted of the optical modulation layer 3 held between two base plates 1 and 5 where transparent electrodes 2 and 4 are formed. The reflector 7 has various functions, for example, a function that light is absorbed and emitted again. The layer 3 is controlled to a light transmitting state part A or a light scattering state part B based on voltage impressed between the electrodes 2 and 4. The element 16 modulates an optional picture element to be the light transmitting state and the light scattering state by changing the level of the impressed voltage for the electrodes 2 and 4. Therefore, the optional picture element is modulated between the light transmitting

state part A and the light scattering state part B in this reflection type liquid crystal display device.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 2 F 1/1335

G 0 2 B 5/12

識別記号

5 2 0

F I

G 0 2 F 1/1335

G 0 2 B 5/12

5 2 0

審査請求 有 請求項の数16 O L (全 14 頁)

(21)出願番号

特願平9-86960

(22)出願日

平成9年(1997)4月4日

(71)出願人 000002325

セイコーインスツルメンツ株式会社

千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地

(72)発明者 海老原 照夫

千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セ

イコー電子工業株式会社内

(72)発明者 谷口 香

千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セ

イコー電子工業株式会社内

(72)発明者 物袋 俊一

千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セ

イコー電子工業株式会社内

(74)代理人 弁理士 林 敬之助

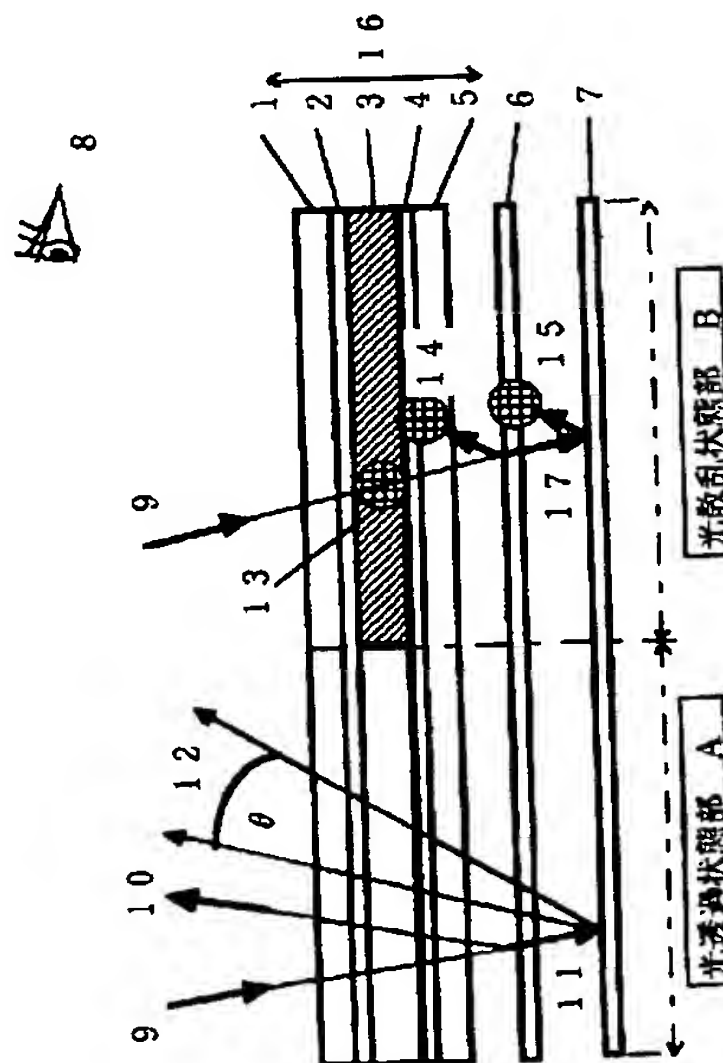
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 反射型液晶表示装置

(57)【要約】

【課題】 光散乱モードの反射型液晶表示装置では、白とモノカラー表示した場合、表現できる色は単純な拡散反射色となり、装飾性は特に優れていなく、消費電流も大きかった。

【解決手段】 電極面間に印加される電圧により光散乱状態又は光透過状態に制御される光変調層と、光変調層の背後に設けられた少なくとも1種類以上の色分離ミラー層と、色分離ミラー層の背後に設けられた機能性反射板と、により構成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも一方が透明な電極である一対の電極面の間に光変調層を設けた反射型液晶表示装置において、

前記光変調層が前記電極面間に印加される電圧により光散乱状態又は光透過状態に制御されるとともに、前記光変調層の背後に設けられた少なくとも 1 種類以上の色分離ミラー層と、前記色分離ミラー層の背後に設けられた機能性反射板とを備えることを特徴とする反射型液晶表示装置。

【請求項 2】 前記色分離ミラー層は、特定波長範囲の光を透過させるとともにその他の光を反射させる特性を示す誘電体多層薄膜より構成されたことを特徴とする請求項 1 に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項 3】 前記色分離ミラーは、可視光領域の特定波長範囲で選択的に反射する特性を有するコレステリック液晶ポリマー層より構成されたミラーであることを特徴とする請求項 1 に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項 4】 前記機能性反射板が光を吸収し再発光する機能を有することを特徴とする請求項 1 に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項 5】 前記機能性反射板が、温度変化にともない反射色が変化するサーモクロミック反射板であることを特徴とする請求項 1 に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項 6】 前記機能性反射板は、光輝性反射板であることを特徴とする請求項 1 に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項 7】 前記機能性反射板は、再帰性反射板であることを特徴とする請求項 1 に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項 8】 前記機能性反射板は、パール顔料を形成した真珠光沢反射板であることを特徴とする請求項 1 に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項 9】 前記機能性反射板は、光の吸収により着色が可逆的に変化することを特徴とする請求項 1 に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項 10】 前記機能性反射板は、磁界の方向により明暗が変化することを特徴とする請求項 1 に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項 11】 前記機能性反射板は、エレクトリックルミネッセンス素子であることを特徴とする請求項 1 に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項 12】 前記機能性反射板は、エレクトロクロミック素子であることを特徴とする請求項 1 に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項 13】 前記機能性反射板は、液晶表示素子であることを特徴とする請求項 1 に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項 14】 前記光変調層が、電圧印加により光散乱状態が変化する高分子分散型液晶層、または相転移型

液晶層であることを特徴とする請求項 1 ~ 13 のいずれか 1 項に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項 15】 前記高分子分散型液晶層は、液晶材料が連続層を形成し、この連続層中に、3 次元網目状の光硬化性樹脂を有する構造であることを特徴とする請求項 14 に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項 16】 前記相転移型液晶層は、液晶材料中に分散した 3 次元網目状の光硬化性樹脂により安定化したプレーナテクスチャーまたはフォーカルコニックテクスチャーを有する構造であることを特徴とする請求項 14 に記載の反射型液晶表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、明るい美観と装飾効果に優れたカラー表示を実現し、低電圧と低電流の動作を達成する反射型液晶表示装置に関するものであり、時計、携帯電話、携帯情報端末、広告板、装飾表示板などに利用される。

## 【0002】

【従来技術】 液晶表示装置は、薄型で消費電力が少ないなど多くの優れた特徴を有するため色々な用途の機器の表示パネルとして多用されている。液晶表示素子の表示モードには、従来より最も一般的な液晶表示モードとして TN モードや STN モードに代表されるような偏光板を 1 枚ないし 2 枚用いて液晶による複屈折や旋光性を利用した方式のものがある。前記 TN モードや STN モードの光の利用効率は、偏光板による光の吸収損失があるため理論的には 50% 以下となり、表示が暗くなってしまう。

【0003】 一方、相転移モードおよび高分子分散モードなどに代表されるような偏光板を使用せず液晶による光散乱性を利用した表示方式がある。これら光散乱モードは偏光板が不要なため、偏光板による光の吸収損失を生ぜず、光を有効に利用できるため、明るい表示が可能となる。例えば、高分子分散型液晶パネルとしては、特公平 3-52843 号、公表昭 63-501512 号が知られている。

【0004】 これら光散乱モード液晶パネルのカラー化手段としては、各種鏡や光吸収板を配置する方法が提案されている。例えば、非金属多重薄膜と低明度背景基板を組み合わせたものでして、特開昭 50-20749 号が知られている。ほぼ同じものとして、特開昭 59-10924 号がある。これらの技術に共通した手段は、光散乱モード表示素子の後方に、非金属多重薄膜やダイクロミックミラーなどのいわゆる干渉フィルターを配置し、さらに後方に紙や塗料などの散乱反射板を配置するものである。また、光散乱モード表示素子には、動的散乱モード (DSM) や相転移モードなどの光散乱モード液晶が使用されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、特開昭50-20749号や特開昭59-10924号に記載の表示装置には、以下のような欠点を有している。

【0006】第一に、従来の表示装置では、光散乱モード表示素子が透過状態に制御されている時、干渉フィルターの透過光を散乱反射板で反射させカラー表示していた。色のバリエーションとしては、干渉フィルターの分光透過率と散乱反射板の分光反射率を任意に設計して多種の色を表現している。しかし、散乱反射板を利用しているため、表現できる色は単純な拡散反射色となる。

【0007】しかしながら、最近では物が溢れる豊かな時代になり、ファッションとしてのカラーニーズが、上記のような単純な色から鮮やかな色彩に変化してきている。それは、人々の「感性」や「遊び心」を刺激するような全く異なる鮮やかな色彩である。例えば、南洋の国々の鳥や蝶や魚など鮮やかな「極彩色」の世界や、天然に産出する宝石の中でも最も美しいオパールなどの色の变化を楽しめる「遊色」の世界である。このような、

「極彩色」や「遊色」は、従来の表示装置で表現出来ない。よって、従来の表示装置では、特にファッション性を重視する時計などの小型携帯機器に搭載される場合、特に大きな効果を発揮することは無かった。

【0008】第二に、従来の表示装置では、干渉フィルターの分光透過率と散乱反射板の分光反射率を任意に設計することにより多種の色を表現できる。しかし、干渉フィルターと散乱反射板の組み合わせにより決まる固定された色しか表示できない。このため、時計などのファッション性を重視する携帯機器に実装して使用すると、変化のない表示に飽きられる。そこで、外部環境の変化で表示色が変わったり、自分で好きな時に表示色を変えられることが望まれていた。

【0009】第三に、従来の表示装置では、光散乱モード表示素子として動的散乱モード(DSM)や相転移モードなどの光散乱モード液晶が使用されている。DSMは電流駆動であり、一般的なTNモードやSTNモードに比較して、その消費電流は10倍～100倍である。よって、従来の表示装置では、特にバッテリー寿命を重視する時計などの小型携帯機器に搭載されることは無かった。また、相転移モードは、散乱状態に熱白濁を使用する事がある。この熱白濁は、外部応力や熱サイクルなどの影響で著しく劣化してしまった。したがって、従来の表示装置が小型携帯機器に搭載され、実用化されることは無かった。

#### 【0010】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、光散乱モード表示素子を光変調層として使用し、他に色分離ミラーと機能性反射板の技術を組み合わせる事で、前記課題を解決する画期的な反射型液晶表示装置を実現した。

【0011】すなわち、本発明による反射型液晶表示装置は、一対の電極面間に設けられた光変調層が電極面間

に印加される電圧により光散乱状態又は光透過状態に制御されるとともに、光変調層の背後に設けられた少なくとも1種類以上の色分離ミラー層と、色分離ミラー層の背後に設けられた機能性反射板と、を備える構成とした。

【0012】本発明で使用する光変調層には、光散乱モード表示素子を使用する。光散乱モード表示素子は、高分子分散型液晶層、または相転移型液晶層などの散乱モード液晶層を透明電極を形成した基板によって挟持されていれば良い。透明電極は少なくとも一方がキャラクター表示や7セグメント表示可能なパターン、あるいはドットマトリックス表示可能なパターンで、基板全面あるいは一部でパターンニングされていれば良い。上記パターンは、一画素単位にダイオードやトランジスタなどのアクティブ素子が形成されていても良い。基板としては、ガラスやフレキシブルプラスチック基板が使用できる。また、光散乱モード表示素子は、透明電極に画像信号を印加する手段を有しており、電圧印加レベルが高い時に光透過状態、電圧印加レベルがより低い時に散乱状態となる。また、逆に、電圧印加レベルが高い時に散乱状態、電圧印加レベルがより低い時に光透過状態となっても良い。

【0013】また、本発明で使用する高分子分散型液晶層は、特公平3-52843号、公表昭63-501512号に記載のようなネマティック液晶をマイクロカプセル化したものや、樹脂マトリックス中に液晶小滴を分散させたものでも良い。好ましくは、液晶材料が連続層を形成し、この連続層中に、3次元網目状構造の光硬化性樹脂を有する構造であるポリマーネットワーク液晶層である。この場合、光硬化性樹脂に対する液晶材料の割合は、70～99%の範囲が好ましく、3次元網目状構造の粒径は光の波長程度でばらつきが少ない方がよい。

【0014】また、本発明で使用する相転移型液晶層は、垂直配向処理または水平配向処理したセルに、誘電異方性が正あるいは負のネマティック液晶にカイラル剤を混合したいわゆるコレステリック・ネマティック相転移型液晶層を使用しても良い。さらに好ましくは、上記コレステリック・ネマティック相転移型液晶中に分散した3次元網目状の光硬化性樹脂により安定化したプレーナテクスチャーまたはフォーカルコニックテクスチャーを有する構造である高分子安定化相転移型液晶層である。ネマティック液晶としては、シアノ系、フッ素系、塩素系などのいずれの液晶も使用できる。いずれの液晶も高 $\Delta n$ 、高 $\Delta \epsilon$ の液晶が望ましい。また、カイラル剤も特に制限はない。光硬化性樹脂は、メタアクリロイル化合物、アクリレート化合物、メタクリレート化合物などの高分子樹脂前駆体でよく、これらと共重合できる光重合性基を有する高分子樹脂前駆体としては特に制限はない。光重合開始剤も添加すると良い。光硬化性樹脂はコ



レステリック・ネマティック液晶中に0.5%~8%の範囲が望ましい。多すぎると駆動電圧が高くなる。ネマティック液晶とカイラル剤の混合比は、カイラルピッチが0.2~5.0 $\mu$ mになる程度の混合比であることが望ましい。

【0015】本発明で使用する色分離ミラー層は、特開昭50-20749号、特開昭59-10924号に記載された非金属多重薄膜やダイクロイックミラーなどのいわゆる干渉フィルターを使用できる。しかし、金属、半導体、有機金属などの可視光域に吸収を持つ材料を使用することは好ましくない。特定波長範囲の光を透過させると共にその他の光を反射させる特性を示し吸収の少ない誘電体多層薄膜により構成されることが望ましい。特に、SiO<sub>2</sub>とTiO<sub>2</sub>より構成される誘電体多層\*

$$p \times n_2 \times \sin \theta < \lambda < p \times n_1 \times \sin \theta \quad [\text{式1}]$$

ここで、 $n_1$ と $n_2$ に関しては、コレステリック液晶ポリマー層の配向方向を示すダイレクタに平行な方向の屈折率とダイレクタに垂直な方向の屈折率のうち、前者 $n_1$ が屈折率の大きい方であり、後者 $n_2$ が屈折率の小さい方である。尚、選択反射の波長範囲は十分に狭い為、反射光は着色して見える。

【0018】前記式1から明らかな様に、コレステリック液晶ポリマー層の選択反射波長 $\lambda$ は、コレステリック液晶ポリマー層自体の屈折率( $n_1, n_2$ )と螺旋ピッチ $p$ とに関係し、通常は屈折率( $n_1, n_2$ )はほぼ一定であるから、螺旋ピッチ $p$ を可変とすることにより、任意に選択反射の波長範囲を設定できる。

【0019】例えば、 $n_1=1.73$ 、 $n_2=1.51$ ( $\Delta n=0.22$ )、 $p=265\text{nm}$ とすると、前記式1より、垂直に入射した光に対して、選択反射の波長範囲は400~458nmとなり、58nmの幅となる。また、 $n_1=1.76$ 、 $n_2=1.51$ ( $\Delta n=0.25$ )、 $p=338\text{nm}$ とすると、垂直に入射した光に対して、選択反射の波長範囲は510~595nmとなり、85nmの幅となる。

【0020】この様に、コレステリック液晶ポリマー層の屈折率( $n_1, n_2, \Delta n$ )及び螺旋ピッチ $p$ を所定の値に調整することにより、選択反射の波長範囲が青(B)・緑(G)・赤(R)などに相当する波長範囲のコレステリック液晶ポリマー層を任意に作成することが出来る。ここで、コレステリック液晶ポリマー層の螺旋構造の回転方向が右巻きであれば、入射光の楕円偏光のうち右楕円偏光を反射し、螺旋構造の回転方向が左巻きであれば、左楕円偏光を反射する。楕円偏光ではなく、円偏光の場合でも同様である。

【0021】この性質を利用して、コレステリック液晶ポリマー層より構成された色分離ミラー層は、可視光領域の特定波長範囲の右円偏光を選択的に反射するコレステリック液晶ポリマー層と前記特定波長範囲と同じ波長の左円偏光を選択的に反射するコレステリック液晶ポリ

\*薄膜は安定性、製造コスト考慮するとより望ましい。

【0016】また、色分離ミラー層を、可視光領域の特定波長範囲を選択的に反射する特性を有するコレステリック液晶ポリマー層により構成してもよい。コレステリック液晶ポリマー層は、液晶分子の平均配向方向を表すダイレクタの方位が右回り或いは左回りの何れかに連続的に回転する螺旋構造をとる。その螺旋構造のピッチを $p$ 、屈折率を( $n_1, n_2$ )、入射光のコレステリック液晶ポリマー層螺旋面への入射角を $\theta$ とすれば、その螺旋軸の向きに応じた回転方向の楕円偏光(若しくは円偏光)の光で、且つ下記の式1で表される波長 $\lambda$ の範囲の光のみを選択的に反射する性質がある。

【0017】

$$p \times n_1 \times \sin \theta \quad [\text{式1}]$$

マー層とを両者の光軸が平行になる様に配置した構成を反射基本単位Aとし、可視光領域の互いに異なる選択反射波長を有するコレステリック液晶ポリマー層の反射基本単位Aを少なくとも1つ以上積層して成る色分離ミラー層である。この構造により、入射光の特定波長範囲の右回りの円偏光と左回りの円偏光を両方共に反射する事が出来るので、その結果として、入射光の特定波長範囲の光だけを100%に近い反射率で高効率に反射することができる。

【0022】従って、螺旋ピッチを変えて、選択反射の波長範囲を青(B)、緑(G)、赤(R)などに対応する波長範囲の反射基本単位Aを光軸が平行になる様に複数積層して、ある特定波長範囲の光を選択的に100%に近い反射率で高効率に反射するコレステリック液晶ポリマー層を形成することにより、色々なカラー表示が再現できる。

【0023】別の例として、光軸を平行にして重ねられた可視光領域の特定同一波長の同じ回転方向の円偏光(例えば右円偏光)を選択的に反射する2枚のコレステリック液晶ポリマー層の間に、該特定同一波長の光の位相を180度変換する変換素子(以下、1/2波長板と称す)を挟んだ構成を反射基本単位Bとし、可視光領域の互いに異なる選択反射波長を有するコレステリック液晶ポリマー層の反射基本単位Bを少なくとも1つ以上積層して色分離ミラーを構成した。この構造により入射光の特定波長範囲の円偏光成分(例えば右回りの円偏光成分)が第1層目のコレステリック液晶ポリマー層で選択的に反射され、特定波長範囲の左回りの円偏光成分が透過する。この左回りの円偏光成分は、特定波長範囲の光の位相を180度変換する1/2波長板で、その位相を180度変換されて、右回りの円偏光となる。この右回りの円偏光成分は第2層目のコレステリック液晶ポリマー層で選択的に反射される。その結果として、入射光の内の特定波長範囲の光だけを100%に近い反射率で高効率に反射することができる。

【0024】従って、螺旋ピッチを変えて、選択反射の波長範囲を青(B)、緑(G)、赤(R)などに対応する波長範囲の反射基本単位Bを光軸が平行になる様に複数対積層して、ある特定波長範囲の領域の光を選択的に100%に近い反射率で高効率に反射するコレステリック液晶ポリマー層を形成することにより、色々なカラー表示が再現できる。

【0025】ここで、色分離ミラー層は、光変調層の背後に位置していれば良く、透明電極の前後あるいは基板の前後でも良い。また、光散乱モード表示素子の外付けで、別途透明基板に形成された色分離ミラーを光散乱モード表示素子に密着して配置しても良い。また、機能性反射板を構成する基材に形成しても良い。また、色分離ミラー層の透過光の色は単色から複数の色を二次元に配置されていても良い。例えば、透明電極に対応したキャラクタ表示や7セグメント表示可能なパターンあるいは、ドットマトリックス表示可能なパターンで、各画素に対応して、同一平面上に2色以上組み合わせでストライプ状またはモザイク状に形成することにより、本方式は、多色カラー表示できる。

【0026】本発明で使用する機能性反射板には、光を吸収し再発光する機能、温度変化にともない反射色が変化する機能、光の反射に光輝性がある機能、光の反射に再帰性がある機能、光の反射に真珠光沢がある機能、光の吸収により着色が変化する機能、磁界の方向により明暗が変化する機能、電界により発光する機能、電流により色合いが変化する機能、電界により反射率が変化する機能のうち、いずれかの機能を有する。具体的には、以下の通りである。

【0027】本発明では、光を吸収し再発光する機能の\*

染料名
ブリリアントスルホフラビンFF
ベーシックイエローHG
エオシン
ローダミン6G
ローダミンB

【0030】本発明では、温度変化にともない反射色が変わる機能の一例として、サーモクロミック反射板を機能性反射板として使用した例を説明する。サーモクロミック反射板としては、無機系示温インキ、有機系示温インキ、サーモクロミック液晶インキなどが使用できる。具体的に例をあげると、無機系示温インキとして重金属のヨウ化化合物が一般に用いられる。Hg、Ag、Cuのヨウ化化合物からなる無機系示温インキは、変色温度40℃で橙と赤の間で可逆的に変色する。有機系示温インキとしては、発色時に染料構造をとり、無色時にはそのロイコ体となっている。すなわち、電子供与体と電子受容体の有極性化合物中の熱平衡による電子授受機構によっておこる。具体的には、クリスタルバイオレット1gと没食子酸ドデシルエステル5gとミリスチアル

\*一例として、蛍光反射板を機能性反射板として使用する。蛍光反射板は、日光(日光)、蛍光灯、水銀灯等の人工の光の照射により刺激を受け発光する。照射が無くなると発光しなくなる。蛍光反射板は、蛍光顔料による塗料を下地が白色の基材に塗る事で容易に得られる。普通の有色反射板と蛍光反射板との機能差を以下に説明する。

【0028】普通の有色反射板は、入射白色光のうち特定の波長領域を吸収して、光以外の熱エネルギーやその他として放出して、残りの波長域を反射することで色が見える。蛍光反射板は、入射白色光のうち特定の波長領域を吸収して、熱エネルギー以外に蛍光として放出して、残りの波長域を反射する。蛍光のエネルギーは、入射エネルギーより当然小さいから、振動数は小さくなり、波長の長い光となる。この結果、通常の反射波長域と蛍光による放射波長域が重なり、鮮明な色に見える。例えば、通常の赤色反射板の場合、入射白色光のうち赤色部分を反射し、残りを吸収して赤く見える。蛍光反射板の場合、赤色反射光以外に入射光の紫外～青緑の入射光を赤色に変換する蛍光成分が加算される。このため、入射白色光のうち赤色として取り出せる効率は、通常の赤色反射板の場合の2～3倍程度となる。

【0029】本発明では、光変調層と色分離ミラー層の背後に蛍光反射板を配置している。光変調層として液晶を使用すると、有害な380nm以下の紫外線がフィルターでカットされる。このため、蛍光反射板は380nm以上の波長で励起され実用的な蛍光効果が得られる必要がある。蛍光顔料を構成する染料の一例としては、以下のような染料が使用できる。

日光下の色	蛍光色
黄色	緑～黄緑
黄色	黄緑
赤色	黄～橙
赤色	黄～橙
ピンク	橙～赤

コール10gの混合物は、38℃以下で無色で38℃以上で紫を示す。サーモクロミック液晶インキとしては、コレステリック液晶における選択反射波長の温度依存性を利用して、コレステリック液晶分子は層構造をとり、螺旋状に回転している。一回転のピッチは、温度によって伸び縮みする。通常温度の上昇で縮み、その時の反射光は、可視域で赤～橙～黄色～緑～青～藍～紫の色変化をする。

【0031】本発明では、光の反射に光輝性がある機能の一例として、光輝性反射板を機能性反射板として使用する。光輝性反射板としては、ラメインキやクリッターインキなどと呼ばれるキラキラ光り輝くインキを基板やフィルムなどに塗布したり、インキを色分離ミラー表面に塗布することで得られる。ラメ粉は、ポリエステルフ

イルムにアルミを蒸着して細かく裁断し分級して粒度をそろえる。さらにオーバーコートや着色してもよい。ラメ粉は、一般の金属粉に比較して粒子が大きく光輝性に優れている。市販品の一例としては、エルジー（尾池工業製）、アストロフレック（福田金属箔粉工業製）などがある。

【0032】本発明では、入射光と同じ方向に反射する機能の一例として、再帰性反射板を機能性反射板として使用する。再帰性反射板としては、高屈折率のガラスビーズをバインダーに混ぜて白板や着色板に塗布し、作られる物もある。これ以外にもコーナークューブ型や各種プリズム、レンズを使用したものも使用できる。一般には、夜間に自動車のヘッドライトで光輝き、安全確保のための傘、上着、マーカーなどに使用されているのと同じものを使用できる。

【0033】本発明では、真珠の様な光沢が得られる機能の一例として、パール顔料反射板を機能性反射板として使用する。パール顔料反射板としては、魚鱗から採取した天然パール原料や酸化チタン被覆雲母（雲母チタン）などが使用できる。市販品としては、パール顔料の一例をあげると、イリオジン（メルク・ジャパン製）、テイカパール及びセリパール（テイカ製）、パールグレース（日本光研工業製）などがある。パールインキあるいはパールバインダーとしては、PAL Binder M-20、M-22R、G-100（大日本インキ製）がある。

【0034】本発明では、紫外から可視光短波長領域、紫の光エネルギーに刺激されて、吸収スペクトルの変化を伴う機能の一例として、フクロミク反射板を機能性反射板として使用する。フクロミクの機構としては光異性化、光解離、光酸化還元、励起状態への移行などが使用できる。光異性化の典型的な例としては、アゾベンゼンのトランス型とシス型の転換がある。トランス型はとシス型よりエネルギー的に安定である。トランス型に紫外から可視光短波長領域の紫の光が照射されるとシス型に転換される。光が弱くなるとシス型は熱運動によってトランス型にもどてくる。トランス型とシス型では、吸収スペクトルに違いがあるため色の变化として観測される。

【0035】本発明では、磁界の方向の変化により明暗が変化する機能の一例として、黒色磁性粉と白色顔料と沈降防止剤等を内包したマイクロカプセルを印刷したシートを機能性反射板として使用できる。これ以外に、多数のセルからなるハニカム構造のシート内に黒色磁性粉と白色顔料と沈降防止剤等を内包したものでもよい。機能としては、シートの上面に磁石を接近させると、黒色磁性粉は上方に引き寄せられて付着し黒色となり、反対にシートの下面に磁石を接近させると、黒色磁性粉は下方に引き寄せられ付着し、上面は白色となる。結果として、磁界の方向が変化する事で、反射板の反射率が変

化すればよい。

【0036】本発明では、電界を印加することで、発光する機能の一例として、エレクトロルミネセンス（Electroluminescence: EL, 電界発光）を機能性反射板として使用する。EL素子としては、電子と正孔の発光性再結合を利用した注入型EL、光電界中の無機蛍光体から放出される光を利用するEL、および有機材料中の分子励起子を経由して生じる発光を利用する有機ELなどでよい。

【0037】本発明では、電流による酸化還元反応によって物質の吸収スペクトルが変化するエレクトロクロミック現象を利用した表示素子（Electro-Chromic-Display: ECD）を機能性反射板として使用できる。ECDを構成する材料には、無機材料から有機材料まで種々あるが、ここでは、メモリー駆動できる方式が望ましい。

【0038】本発明では、電界により反射率が変化する機能として、液晶表示素子を機能性反射板として使用できる。液晶表示素子としては、反射型で電圧によって明暗の変化、または、色の变化をコントロール出来ればよい。また、メモリー性がある液晶表示素子でもよい。

【0039】

【発明の実施の形態】以下に本発明の、光散乱モード表示素子を光変調層として使用し、他に色分離ミラーと機能性反射板の技術を組み合わせた反射型液晶表示装置の基本的な構成の例を図を用いて説明する。

【0040】図1は、透明電極2、4が形成された2枚の基板1、5に挟持された光変調層3から構成された光散乱モード表示素子16の背後に色分離ミラー層6と機能性反射板7を配置した本発明の反射型液晶表示装置の一例の構成を示した断面図である。光変調層3は、透明電極2、4の間に印加される電圧に基づき光透過状態部A又は光散乱状態部Bに制御される。

【0041】図1のように、光透過状態部Aにおいて、光散乱モード表示素子16は入射白色光9を直進透過させ、色分離ミラー層6で正反射光10と透過光11に色分離される。さらに、透過光11は、機能性反射板7で、各種の機能に応じて光変調され拡散反射光12の立体角 $\theta$ の範囲に反射する。つまり、観測者8は、拡散反射光12の立体角 $\theta$ の範囲に視線を置くことで、透過光11を機能性反射板7で各種の変調された状態を観察できる。

【0042】一方、図1の光散乱状態部Bにおいて、光散乱モード表示素子16は入射白色光9を散乱させ、あらゆる方向に散乱した白色散乱光13となる。白色散乱光13の中で、前方に散乱した光は、色分離ミラー層6で散乱反射光14と散乱透過光17に色分離される。さらに、散乱透過光17は、機能性反射板7で、各種の機能に応じて光変調され、散乱反射光15となる。観測者8は、白色散乱光13と散乱反射光14と散乱反射光1



5の混色として観察できる。

【0043】光散乱モード表示素子16は、透明電極2、4の印加電圧レベルを変化させることで、任意の画素を光透過状態と光散乱状態に変調できる。よって、図1に示す構成例の反射型液晶表示装置では、任意の画素を光透過状態部Aと光散乱状態部Bの状態間で変調できる事となる。

【0044】次に、図1の本発明の反射型液晶表示装置の構成例と従来技術として先に取り上げた例の構成を比較する。従来技術では、図1の光散乱状態部Bにおいて、色分離ミラー層6の背後に拡散反射板として具体的に紙を開示している。紙の拡散反射率は標準白色板に対して70%程度である。散乱透過光17は、紙の拡散反射率70%を乗算した光となり反射され、散乱反射光15となる。よって、観測者8は、白色散乱光13と散乱反射光14と散乱反射光15の混色として観察して、この場合は、白色として観察できる。本発明では、紙のような単純なものでなく、光を吸収し再発光する機能、温度変化にともない反射色が変化する機能、光の反射に光輝性がある機能、光の反射に再帰性がある機能、光の反射に真珠光沢がある機能、光の吸収により着色が変化機能、磁界の方向により明暗が変化する機能、電界により発光する機能、電流により色合いが変化する機能、電界により反射率が変化する機能のうち、いずれかを有する機能性反射板である。光散乱状態部Bは、上記の各種機能によって変調を受けるため、従来にはない新しい表示を可能としている。

【0045】つぎに、図1の光透明状態部Aにおける表示状態の優位差を以下に示す。従来技術では、色分離ミラー層の背後に拡散反射板として具体的には紙が開示されている。紙の拡散反射率は標準白色板に対して70%程度である。表示色は、単純な拡散色しか表現できなく特に明るい物ではなかった。本発明では、紙のような単純なものでなく、上記の各種機能によって変調を受けるため、従来にはない新しい表示を可能としている。

【0046】

【実施例】以下、本発明の実施例を、具体例を示しながら説明する。

【0047】（実施例1）図2に示すような、光散乱モード表示素子16とその背後に色分離ミラー層6とさらにその背後に機能性反射板7として光を吸収し再発光する機能を有する反射板より構成されている本発明の反射型液晶表示装置の作製を順に説明する。

【0048】光散乱モード表示素子16の作製を以下に説明する。基板1、5は、厚さ0.4mmの硬質ガラスを用いた。これらの基板には、透明電極2、4が形成されている。本実施例1では、スパッタリング法や真空蒸着法で形成される $\text{In}_2\text{O}_3-\text{SnO}_2$ 膜（以下ITO膜と称す）からなる透明導電膜をホトリソグラフィによってパターンニングしたものを用いた。パターンには、7

セグメントからなるキャラクタ表示可能なパターンを用いた。尚、ITO膜の他に $\text{SnO}_2$ 膜を用いてもかまわない。さらにその上に絶縁膜22、24を形成したのち、シール23を設けて空セルを製作した。尚、セルギャップは $8\mu\text{m}$ になるように調整した。

【0049】光変調層3として、本実施例1では、高分子分散液晶層を用いた。高分子分散液晶層は、紫外線（UV）により架橋反応し重合するアクリレートモノマーなどの高分子樹脂と正の誘電異方性を有するネマチック液晶と紫外線硬化開始剤などを均一に混合溶解させた混合溶液を、空セルに注入し、紫外線露光により高分子樹脂のみ硬化させ、正の誘電異方性を有するネマチック液晶を相分離して製作されたものである。

【0050】この時、高分子樹脂とネマチック液晶との配合量の割合が、高分子樹脂の割合が多い場合には、独立した粒子状の液晶小滴が形成される。一方、高分子樹脂の割合が少ない場合には、高分子樹脂は網の目状（ネットワーク状）の構造を形成し、液晶はこの高分子樹脂のネットワーク構造の中に連続相となって存在する。液晶小滴粒およびポリマーネットワーク孔径は、なるべく均一で、且つ平均粒径が $0.5\mu\text{m}\sim 3.5\mu\text{m}$ の範囲であること望ましい。尚、この範囲外の平均粒径の場合は、光散乱状態が悪化しコントラストが上がらなくなる。さらに好ましくは、平均粒径は $0.8\mu\text{m}\sim 1.8\mu\text{m}$ の範囲が良い。

【0051】高分子樹脂とネマチック液晶との配合量の割合は、8:2~1:9である。なお、独立した液晶小滴粒構造よりもポリマーネットワークの液晶連続相構造の方が、低電圧を実現し易い。従って、好ましくは、4:6~1:9の範囲が望ましい。

【0052】より具体的には、液晶材料としてロディック社製「PNM-156」を前記空セルに $30^\circ\text{C}$ の温度を保持しながら、真空注入した。これを $25.5^\circ\text{C}$ の温度に保持しながら、メタルハライドランプで $75\text{mW}/\text{平方センチメートル}$ の紫外線を90秒間照射し光変調層3を有する光散乱モード表示素子16を作製した。この時、紫外線の波長は、 $350\text{nm}$ 以下を吸収するフィルターを使用する。また、紫外線の照射開始に当たっては、シャッターを用いて予め $75\text{mW}/\text{平方センチメートル}$ の強度を放射できる状態のランプから瞬間的に照射開始できることが重要である。さらに、真空注入時の温度と紫外線照射時の温度は液晶材料の相転移温度より高い必要がある。特に、紫外線照射時の温度は、相転移温度より $1.5^\circ\text{C}$ 高めに設定するとよい。

【0053】このようにして形成された光散乱モード表示素子16の光変調層3を走査型電子顕微鏡を用いて観察したところ、ポリマーからなる三次元ネットワーク構造が確認できた。また、キャノン製ホトメータにより電気光学特性を測定した。電圧無印加時の透過率をT0、印加電圧の増大に伴って透過率が飽和する時の透過率を



100%とすると、90%の透過率を示す印加電圧を $V_{sa}$ とする。また、10%の透過率を示す印加電圧を $V_{th}$ とする。測定の結果を以下に示す。

$V_{th}$	1.4V
$V_{sa}$	2.9V
$T_0$	2.5%
$V_{sa}$ 時の絶対透過率	83%
$V_{sa}$ 時の消費電流	0.5 $\mu$ A/平方センチメートル

【0054】本実施例1では、色分離ミラー6として可視光領域の特定波長範囲の光を透過させると共にその他の可視光を反射させる特性を示す誘電体多層薄膜25を真空蒸着した0.3mm厚のガラス26を用いた。誘電体薄膜に用いられる材料は、低屈折率透光性誘電体薄膜用に $SiO_2$ 、 $MgF_2$ 、 $Na_3AlF_6$ 等が、また、高屈折率透光性誘電体薄膜に $TiO_2$ 、 $ZrO_2$ 、 $Ta_2O_5$ 、 $ZnS$ 、 $ZnSe$ 、 $ZnTe$ 、 $Si$ 、 $Ge$ 、 $Y_2O_3$ 、 $Al_2O_3$ 等が用いられている。必要とする反射波長帯、透過波長帯、および反射率、透過率に応じて、誘電体材料、膜厚、層数を設定する。また、これらの誘電体薄膜は、真空蒸着法やスパッタリング法などによって容易に形成できる。尚、誘電体多層薄膜25は、多層薄膜の構成を変化させることで種々の分光特性が得られ、金属薄膜に比べ設計自由度が高い。

【0055】本実施例1では、マゼンタ光を透過する図8に示す色分離ミラー6を、真空蒸着器でそれぞれ作成した。これら誘電体多層薄膜25は、高屈折率膜には $TiO_2$ を、低屈折率膜には $SiO_2$ を用い、合わせて25～30層を積層して作成した。

【0056】機能性反射板7としては、住友スリーエム株式会社製のスコッチカル蛍光3484スブラッシュレッドを蛍光反射板として使用した。図9に蛍光灯照明下での蛍光赤と通常印刷物に使用されている赤の標準白色板に対する分光反射率の測定結果を示す。蛍光赤は通常印刷物に使用されている赤と比較して2倍以上の反射強度を示す。蛍光反射板色と色分離ミラーの透過スペクトルとの関係は、色分離ミラーの透過色スペクトル内に、蛍光反射板の吸収スペクトルと再放出スペクトルが含まれている事が望ましい。

【0057】上記のような手法で製作された、光散乱モード表示素子16とその背後に色分離ミラー層6とさらにその背後に赤色の蛍光反射板を機能性反射板7として使用した本発明の反射型液晶表示装置を、時計用駆動ICと電池に接続して、腕時計に組み込み評価した。その

色分離ミラー		背景色の色変化				
		<22℃	24℃	26℃	28℃	30℃<
図3	緑	ピンク	ピンク	白	ピンク	ピンク
図4	青	白	黄色	黄色	黄色	黄色
図5	赤	シアン	白	シアン	シアン	シアン
図6	シアン	赤	赤	黄色	ピンク	赤

結果、天井蛍光灯照明下の室内での表示見栄えとしては、黄色の背景に、蛍光赤色のセグメント表示で時刻を表現できた。セグメント表示部の色は非常に鮮明で薄暗い環境でも視認性に優れている。また、野外の日照下でも鮮やかな表示が得られる。また、視角を正面からずらして斜め方向から観察しても蛍光赤色の色合いは、ほとんど変化しなかった。その表示状態は、腕時計の装飾品、ファッションとしての価値を高める事ができた。また、駆動電圧は、3Vと低く、消費電流も光散乱モード表示素子単独で0.32 $\mu$ Aであった。電池としてCR2025型リチウム電池を使用して、腕時計として3年以上の電池寿命を実現した。

【0058】蛍光反射板色と色分離ミラー透過スペクトルの組み合わせは、上記以外にも、図6に示すシアン色の透過スペクトルと住友スリーエム株式会社製のスコッチカル蛍光FES-222スブラッシュグリーンを使用してもよい。この場合の表示は、黄色の背景に、蛍光緑色のセグメント表示であった。また、光散乱モード表示素子16にリバースモード、つまり、電圧が低いときに透明状態を示し、電圧がより高いときに散乱状態を示す場合には、上記の表示は反転することも確認できた。

【0059】(比較例1) 実施例1の構成で、赤色の蛍光反射板の代わりに白い紙を配置して同様に評価した。その結果、天井蛍光灯照明下室内での表示見栄えとしては、やや暗い黄色背景に、赤色のセグメント表示であった。視角をかえると赤色からオレンジ色に変化をする。これは、色分離ミラーに使用している誘電体多層薄膜の視角依存性に起因する色変化である。

【0060】(実施例2) 実施例1と同様に、光散乱モード表示素子16と色分離ミラー層6を製作し、機能性反射板7として、温度変化にともない反射色が変化する機能のサーモクロミック反射板を使用した。サーモクロミック反射板には、株式会社日本カプセルプロダクツ製のChromatic-ELCを使用した。本サーモクロミック反射板は、22℃以下で濃紺色、約24℃で赤色、約26℃で緑色、約28℃で青色を、30℃以上で濃紺色を呈し、発色色彩も強く、しかも可逆的に温度変化に追従して変色する。

【0061】このサーモクロミック反射板と図3から8の分光透過スペクトルを示す色分離ミラーを用いて実施例1と同様に腕時計に実装して、天井蛍光灯照明下の室内で腕時計の温度を20℃～35℃の間で何回も繰り返し変化させながら変その表示見栄えを評価した。その結果を以下に示す。

15		セグメントの色変化					16
図7	黄色	青	ピンク	シアン	青	青	青
図8	ピンク	緑	黄色	緑	シアン	緑	緑
色分離ミラー							
		<22℃	24℃	26℃	28℃	30℃<	
図3	緑	濃紺	濃紺	緑	濃紺	濃紺	
図4	青	青	濃紺	濃紺	濃紺	濃紺	
図5	赤	濃紺	赤	濃紺	濃紺	濃紺	
図6	シアン	濃紺	黒	緑	青	濃紺	
図7	黄色	黒	赤	緑	黒	黒	
図8	ピンク	濃紺	赤	黒	青	濃紺	

上記の表示状態は、腕時計の装飾品、ファッションとしての価値を高める事ができる。また、駆動電圧は、3Vと低く、消費電流も光散乱モード表示素子単独で0.32μAであった。電池にCR2025型リチウム電池を使用して、腕時計として3年以上の電池寿命を実現した。また、光散乱モード表示素子16にリバースモード、つまり、電圧が低いときに透明状態を示し電圧がより高いときに散乱状態を示す場合は、上記の背景とセグメントが反転することも確認できた。

【0062】（実施例3）実施例2の構成から、光散乱モード表示素子16と色分離ミラー層6を同じ方法で製作した。本例では、光の反射に光輝性がある機能の一例として、光輝性反射板を機能性反射板として使用する。光輝性反射板としては、アストロフレーク（福田金属箔粉工業製）を市販のバインダーと混合し、白板に印捺、乾燥して製作した。製作した光輝性反射板は、白い背景に細かな金属片が無数に散らばり、あらゆる方向からキラキラ光り輝いて見えた。

【0063】このようにして製作された光輝性反射板を用いて実施例1と同様に腕時計に実装して、天井蛍光灯照明下の室内でその表示見栄えを評価した。背景は白く、セグメント内は、色分離ミラーの透過スペクトルの拡散色に光り輝く無数のドットを確認できた。各ドットは、視角の変化に対して次々に光輝く一方、輝く方向から視角がはずれると、黒いドットとして見える。この表示状態は、天然の宝石のようであり、腕時計の装飾品、あるいは、工芸品としての価値を高める事ができた。また、光散乱モード表示素子16にリバースモードつまり、電圧が低いときに透明状態を示し、電圧がより高いときに散乱状態を示す場合には、上記の背景とセグメントが、反転することも確認できた。また、着色された、光輝性反射板でも同じような効果が得られることを確認できた。

【0064】（実施例4）実施例2の構成から、光散乱モード表示素子16と色分離ミラー層6を同じ方法で製作した。本例では、入射光と同じ方向に反射する機能の一例として、再帰性反射板を機能性反射板として使用する。再帰性反射板としては、住友スリーエム株式会社製のスコッチライト反射シート580-10ホワイトを使用した。この再帰性反射板は、微小なガラス球で、入射

光を光源方向に反射する機能において特に優れている。

【0065】この再帰性反射板を用いて、光散乱モード表示素子16とその背後に色分離ミラー層6とを使用した本発明の反射型液晶表示装置を、情報表示用駆動ICと電池に接続して、道路情報表示装置に組み込み日中と夜間表示見栄えを評価した。日中においては、背景は白く、セグメント内は、色分離ミラーの透過スペクトルの拡散色で表示した。この見栄えは、従来技術の白い紙を反射板に使用した見栄えとほぼ同じである。一方、夜間車のヘッドライトの照明に映し出される見栄えは、背景は暗い白で、セグメント部は非常に明るい色分離ミラーの透過スペクトル色であった。セグメント部の視認性は、背景部の10～100倍はあり、遠方からの照明で十分視認できる。また、駆動電圧は3Vと低く、消費電流も光散乱モード表示素子単独で1.2μA/平方センチメートルであった。これは、バッテリー駆動の道路情報表示装置をほぼ1年以上にわたり使用できるほど低消費電力である。このように、再帰性反射板を使用することで、昼夜に関係なく、低消費電力で運転者に情報を提供できる道路情報表示装置を実現した。また、光散乱モード表示素子16にリバースモードつまり、電圧が低いときに透明状態を示し、電圧がより高いときに散乱状態を示す場合には、上記の背景とセグメントが、反転することも確認できた。また、着色された再帰性反射板でも同じような効果が得られることを確認できた。

【0066】（実施例5）本例においては、以下に示す製法で製作した光散乱モード表示素子16と色分離ミラー層6と真珠の様な光沢が得られるパール顔料反射板を機能性反射板として使用して構成される。パール顔料反射板としては、帝国インキ製造株式会社製セリコールパールインキのシルバーを白板に印刷して使用した。

【0067】光散乱モード表示素子16は、コレステリック・ネマティック相転移型液晶中に分散した3次元網目状の光硬化性樹脂により安定化したプレーナテクスチャーまたはフォーカルコニックテクスチャーを有する構造である高分子安定化相転移型液晶層を有する。塩素系ネマチック液晶TL215（メルク社製）95.7重量%、カイラル剤S811（メルク社製）2.3重量%、高分子樹脂前駆体2.7-ジアクリロイルオキシフルオレン1.9重量%、重合開始剤ベンゾインメチエーテル

0.1重量%の混合液をアイソトロピック状態で水平配向処理した実施例1と同じ空セルに真空注入した。このセルを21℃に保ちながら、350nmから400nmの紫外線を透過するフィルターを使用したメタルハライドランプで、0.1mW/平方センチメートルの照射強度で60分間照射後、40mW/平方センチメートルの強度で20秒照射し、高分子樹脂前駆体を硬化した。

【0068】得られた光散乱モード表示素子16の光変調層3を走査型電子顕微鏡を用いて観察したところ、高分子からなる三次元ネットワーク構造が確認できた。また、キャノン製ホトメータにより電気光学特性を測定した。電圧無印加時の絶対透過率をT0、電圧無印加時の相対透過率を100%とし、印加電圧の増大に伴って透過率が減少飽和する時の透過率を0%とする。ここで、10%の透過率を示す印加電圧をV<sub>sa</sub>と、また、90%の透過率を示す印加電圧をV<sub>th</sub>とする。測定の結果を以下に示す。

【0069】

V <sub>th</sub>	4 V
V <sub>sa</sub>	5.9 V
T0	81 %
V <sub>sa</sub> 時の絶対透過率	3.9 %
V <sub>sa</sub> 時の消費電流	0.98 μA/平方センチメートル

【0070】こうして作製した光散乱モード表示素子16を実施例1と同様に腕時計に実装して、天井蛍光灯照明下の室内でその表示見栄えを評価した。それは、色分離ミラーの透過スペクトル色で真珠のような艶やかな色彩を呈した背景に、白いセグメント表示を示した。この真珠のような艶やかな色彩の背景は、パールを基調とした高級デザインと旨く調和し、腕時計の装飾品、あるいは、工芸品としての価値を高める事ができた。また、駆動電圧は、6Vと低く、消費電流も光散乱モード表示素子単独で0.64 μAであった。電池にCR2025型リチウム電池を使用して、腕時計として2年以上の電池寿命を実現した。

【0071】(実施例6) 実施例1の構成から、光散乱モード表示素子16と色分離ミラー層6を同じ方法で作した。本例では、紫外から可視光短波長領域の紫の光エネルギーに刺激されて、吸収スペクトルの変化を伴う機能の一例として、フクロミク反射板を機能性反射板として使用する。フクロミク反射板は、フクロミク・パウダーをマイクロカプセルに封じエマルジョンインキとして、白板に印刷し製作した。本フクロミク反射板は、屋内で白色で、野外の太陽光直射下で青色に可逆的に変色した。また、色分離ミラー層6には、図6のように紫外から可視光短波長領域の紫を透過する物がよい。

【0072】このようにして製作されたフクロミク反射板を用いて実施例1と同様に腕時計に実装して、天

井蛍光灯照明下の室内と野外の太陽光直射下でその表示見栄えを評価した。室内では、白い背景にシアン色のセグメントに見える。一方、野外では、ピンク色の背景に青色のセグメント色に見えた。このように、室内と野外でデジタル時計の表示色が可逆的に変化する、従来のデジタル腕時計に無い装飾品、あるいは、工芸品としての新たな価値を与える事ができた。

【0073】(実施例7) 本例においては、図10に示すように、光散乱モード表示素子16と色分離ミラー層7と磁界の方向の変化により明暗が変化する機能を有する、黒色磁性粉と白色顔料と沈降防止剤等を内包したマイクロカプセル19を印刷した白シート20に透明シート18で挟んだ機能性反射板7とリセット用磁石21とで構成される。

【0074】光散乱モード表示素子16はドットマトリックスで情報表示し、一画素に一つ以上ダイオードを低温スパッタで形成された透明フィルム基板に実施例1の液晶層を形成したものである。同様に色分離ミラー層7も透明フィルム基板に低温スパッタで誘電体多層膜を形成したものである。フィルム基板厚みは、約0.2mmである。また、光散乱モード表示素子16と色分離ミラー層7と機能性反射板7は粘着剤で張り合わせ加工した。

【0075】上記の構成の本発明の反射型液晶表示装置を携帯情報機器に実装し表示特性を評価した。まず、リセット用磁石21をスライドさせて、機能性反射板7の透明シート18側が白色になるようにして観察すると、白色背景に色分離ミラーの透過スペクトルによる拡散色で情報が表示された。一方、別の磁石で光散乱モード表示素子16側をスライドさせて、機能性反射板7の透明シート18側が黒色になるようにして観察すると、色分離ミラーの反射スペクトルによる拡散色背景に黒色で情報が表示された。また、リセット用磁石21をスライドさせて、機能性反射板7の透明シート18側が白色になるようにした状態で、光散乱モード表示素子16側をマグネットペンで文字などを手書きすると、文字の部分は色分離ミラーの透過スペクトルによる拡散色で表示された。この様に、本発明の反射型液晶表示装置は、従来に無い機能を携帯情報機器に付加することができ、また、表示色のバリエーションも増えて商品の差別化に有効であった。

【0076】(実施例8) 実施例2の構成から、光散乱モード表示素子16と色分離ミラー層6を同じ方法で作した。本例では、電界を印加することで発光する機能の一例として、機能性反射板にエレクトロルミネセンス(Electroluminescence: EL, 電界発光)を使用する。ELとしては、日本黒煙工業株式会社製のFlex ELを使用した。ELの発光色は色分離ミラー層の透過スペクトル内にELの発光スペクトルが存在すればよい。ELの表面状態は、光拡散性があ



り、多少黄色味を帯びているが、拡散板の機能を十分発揮する。

【0077】上記の構成で実施例1と同様に腕時計に実装して、天井蛍光灯照明下の室内と暗室下でその表示見栄えを評価した。室内では背景は黄色みを帯びた白色で、セグメントは色分離ミラーの透過スペクトルによる拡散色であった。また、照明の写り込みにより、セグメントの視認性が悪い場合、ELを点灯すると色分離ミラーの透過スペクトルによる拡散色が鮮明になり、見やすくなる効果があった。一方、暗室では、ELを点灯することで夜間照明の機能を果たし時計の時刻表示を容易に確認できた。

【0078】（実施例9）実施例1の構成から、光散乱モード表示素子16と色分離ミラー層6を同じ方法で製\*

色分離ミラー      EC表示素子が白色の場合      EC表示素子が青色の場合

		背景色	セグメント色	背景色	セグメント色
図3	緑	白	緑	ピンク	黒
図4	青	白	青	白	青
図5	赤	白	赤	シアン	黒
図6	シアン	白	シアン	ピンク	青
図7	黄色	白	黄色	青	黒
図8	ピンク	白	ピンク	シアン	青

上記の表示状態は、腕時計の装飾品、ファッションとしての価値を高める事ができた。また、光散乱モード表示素子16にリバースモード、つまり、電圧が低いときに透明状態を示し、電圧がより高いときに散乱状態を示す場合には、上記の背景とセグメントが反転することも確認できた。

【0080】（実施例10）実施例1と同様に、光散乱モード表示素子16を同じ方法で製作した。また、色分離ミラー層6は、以下の方法で製作した。本例では、電界により反射率が変化する機能として、液晶表示素子を機能性反射板として使用する。液晶表示素子としては、反射型の表面安定化強誘電性液晶表示素子を使用した。本液晶表示素子は双極パルス印加電圧で白と黒の二状態で双安定性を有する。

【0081】光散乱モード表示素子の基板の大きさは、実施例1の構成より大きく、縦100mm横45mmの置き時計サイズとした。また、基板1、5には、プラスチックフィルム基板を使用した。色分離ミラー層6として、本例では、可視光領域の特定波長範囲で選択的に反射する特性を有するコレステリック液晶ポリマー層より構成されたミラーを用いた。この色分離ミラー層6は、可視光領域の特定波長範囲の右円偏光を選択的に反射するコレステリック液晶ポリマー層と前記特定波長範囲と同じ波長の左円偏光を選択的に反射するコレステリック液晶ポリマー層とを両者の光軸が平行になる様に配置した構成を反射基本単位Aとし、可視光領域の互いに異なる選択反射波長範囲を有するコレステリック液晶ポリマ

\*作した。本例では、電流による酸化還元反応によって物質の吸収スペクトルが変化するエレクトロクロミック現象を利用した表示素子（Electro-Chromic-Display: ECD）を機能性反射板として使用する。EC表示素子には、注入電荷のやりとりで白色と青色の二状態間で変色するタイプのものを使用した。これ以外にも表示色は、EC材料を選択することでいろいろな色を選べる。

【0079】このEC表示素子と図3から8の分光透過スペクトルを示す色分離ミラーを用いて実施例1と同様に腕時計に実装して、天井蛍光灯照明下の室内で何回も繰り返しEC表示素子の色を変化させながらその表示見栄えを評価した。その結果を以下に示す。

一層の反射基本単位Aを少なくとも1つ以上積層して成る色分離ミラー層である。上記の構成により厚さ約0.2mmのフィルムベースで、選択反射中心波長 $\lambda$ が552nm、波長帯域 $\Delta\lambda$ が85nm、最大反射率が95%（無偏光測定条件）の特性を有する色分離ミラーを作成した。

【0082】このようにして製作されたコレステリック液晶ポリマー層より構成された色分離ミラー層6を用いて反射型の表面安定化強誘電性液晶表示素子を機能性反射板として実施例1と同様に、今度は置き時計に実装して、天井蛍光灯照明下の室内でその表示見栄えを評価した。表面安定化強誘電性液晶表示素子が白表示の時は、白い背景にピンク色セグメントで表示した。一方、表面安定化強誘電性液晶表示素子が黒表示の時は、色分離ミラー層の反射光の緑に着色した拡散背景に黒色セグメントで表示した。このように、表面安定化強誘電性液晶表示素子を任意に白黒変化させることで、置き時計の表示色を変えることができ、従来のデジタル置き時計に装飾品、あるいは、工芸品としての新たな価値を与える事ができた。

【0083】

【発明の効果】以上説明した様に、本発明の反射型液晶表示装置によれば、光散乱状態を変化させる光変調層と、該光変調層の背後に配置された少なくとも1種類以上の色分離ミラー層と、該色分離ミラー層の背後に配置された、紙のような単純なものでなく、光を吸収し再発光する機能、温度変化にともない反射色が変化する機



能、光の反射に光輝性がある機能、光の反射に再帰性がある機能、光の反射に真珠光沢がある機能、光の吸収により着色が変化する機能、磁界の方向により明暗が変化する機能、電界により発光する機能、電流により色合いが変化する機能、電界により反射率が変化する機能等のうち、いずれかの機能を有する機能性反射板で構成される。表示は、上記の各種機能によって変調を受けるため、従来の紙のような単純な表示でなく、新しい表示が可能としている。本発明の反射型液晶表示装置は、時計や携帯機器や道路表示板の表示部に使用すると、装飾品あるいは工芸品としての新たな価値を与える事ができる。

【0084】さらに、光変調層が、従来より格段に低電圧、低電流駆動できるので、時計や携帯機器の電池寿命を大幅に延ばすことができる。また、光変調層と色分離ミラー層と機能性反射板をプラスチックフィルム基板で一体化できるので、薄く、軽く、安価、曲面にして実装可能となり、時計や携帯機器に新たなデザインの可能性を与えた。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の反射型液晶装置の基本的な構成を示す例の断面図。

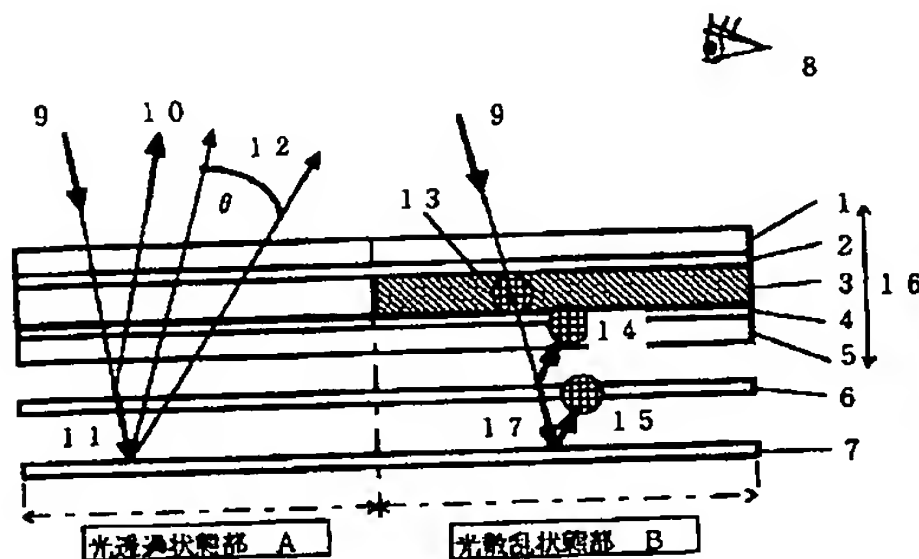
【図2】本発明の反射型液晶装置の構造例を示す断面図。

【図3】色分離ミラー層6の分光透過率と分光反射率の測定データの一例。

【図4】色分離ミラー層6の分光透過率と分光反射率の測定データの一例。

【図5】色分離ミラー層6の分光透過率と分光反射率の

【図1】



測定データの一例。

【図6】色分離ミラー層6の分光透過率と分光反射率の測定データの一例。

【図7】色分離ミラー層6の分光透過率と分光反射率の測定データの一例。

【図8】色分離ミラー層6の分光透過率と分光反射率の測定データの一例。

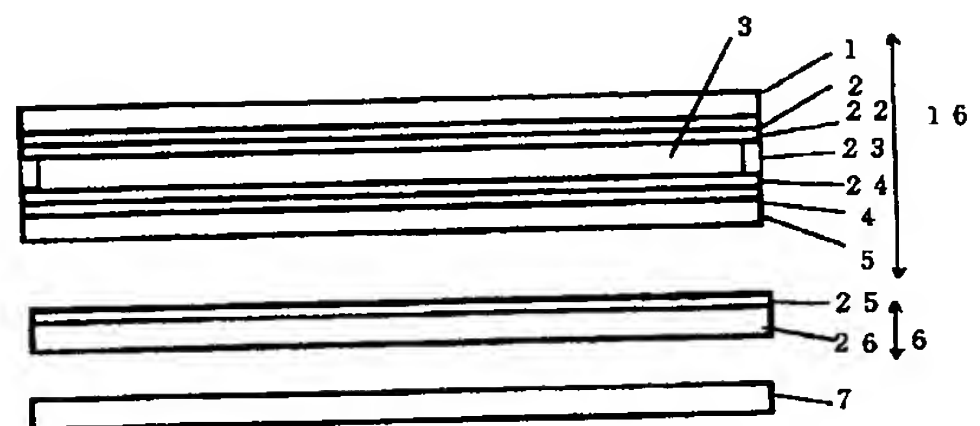
【図9】蛍光灯照明下での蛍光赤と通常印刷物に使用されている赤の標準白色板に対する分光反射率

10 【図10】実施例7の本発明の反射型液晶装置の構造例を示す断面図。

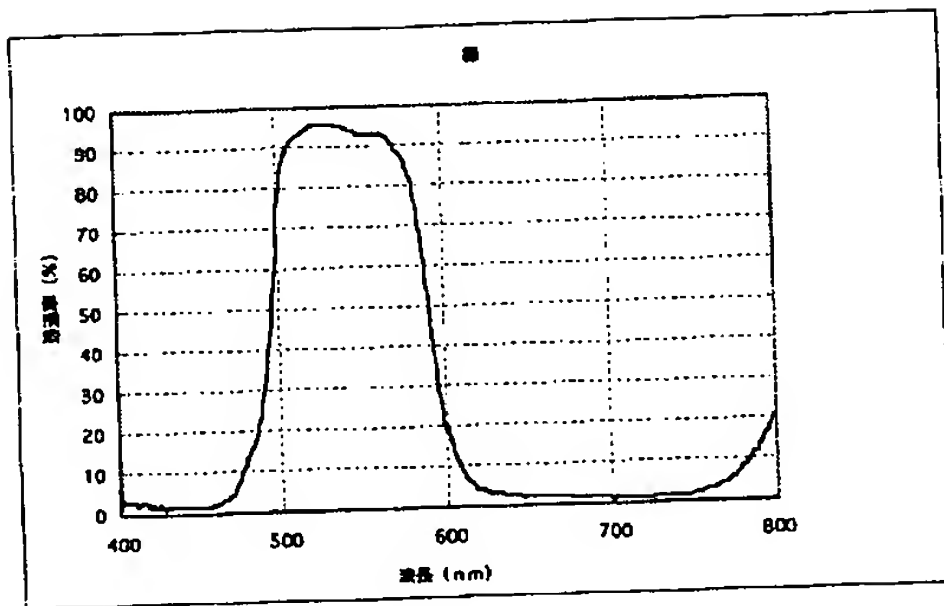
#### 【符号の説明】

- 1 基板
- 2 透明電極
- 3 光変調層
- 4 透明電極
- 5 基板
- 6 色分離ミラー層
- 7 機能性反射板
- 8 観測者
- 9 入射白色光
- 10 正反射光
- 11 透過光
- 12 拡散反射光
- 13 白色散乱光
- 14 散乱反射光
- 15 散乱反射光
- 16 散乱モード表示素子
- 17 散乱透過光

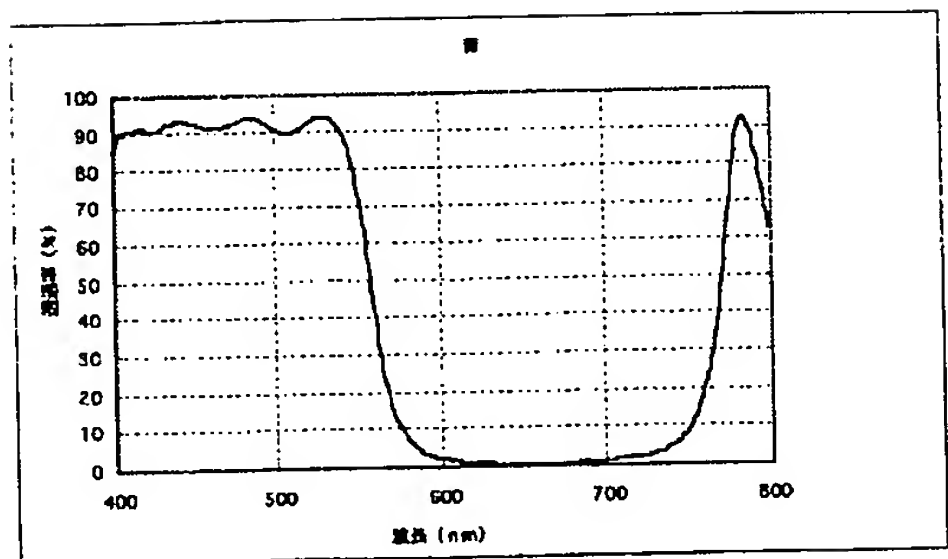
【図2】



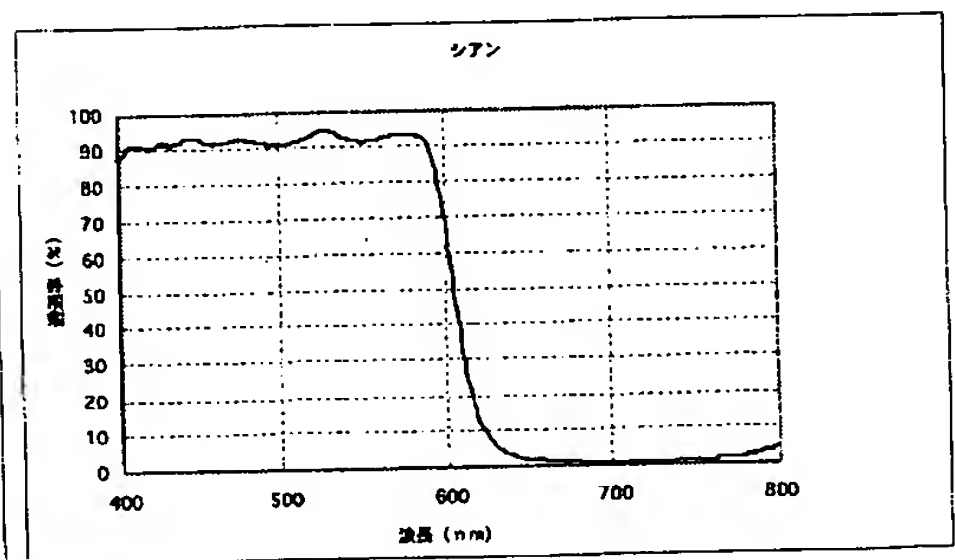
【図3】



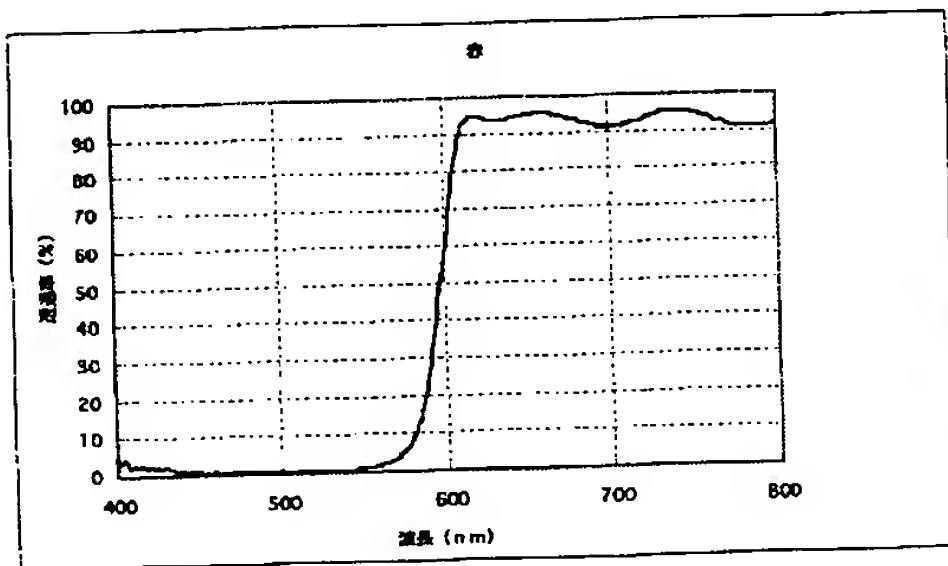
【図4】



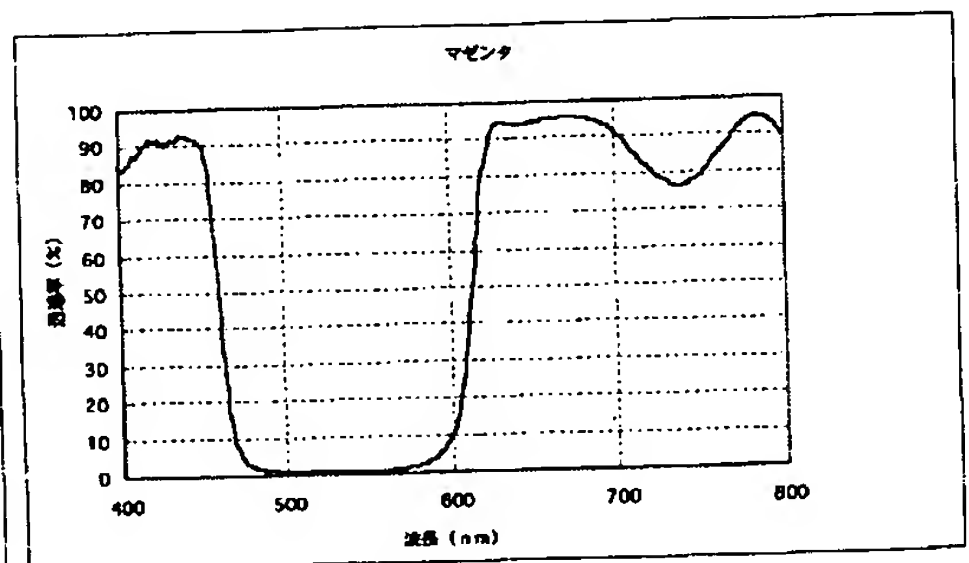
【図6】



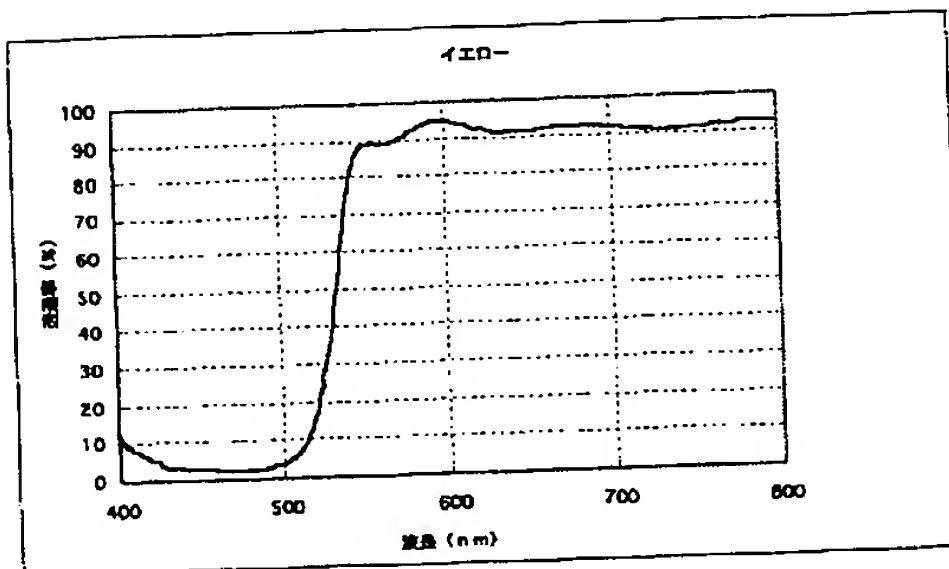
【図5】



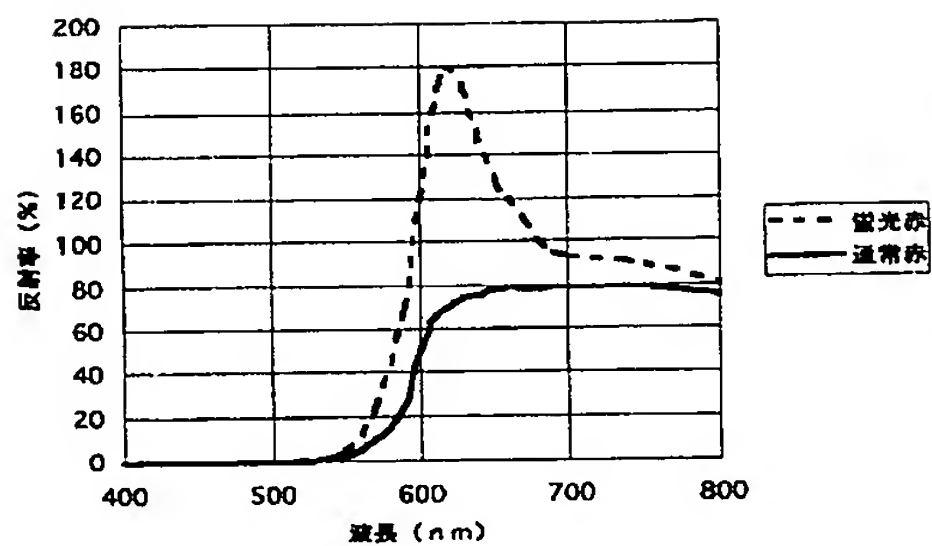
【図8】



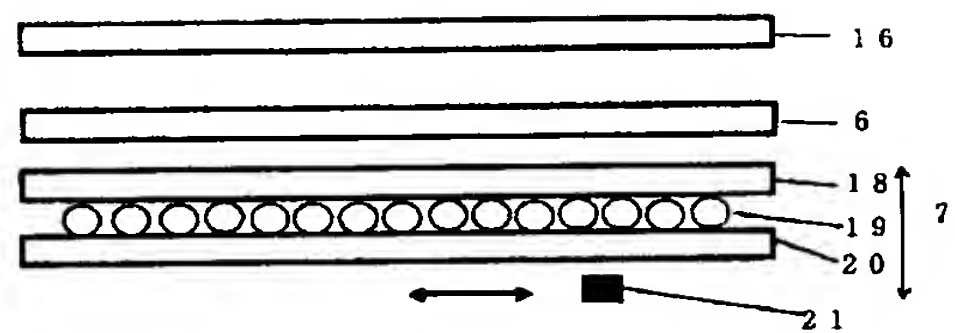
【図7】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 千本松 茂  
千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セ  
イコー電子工業株式会社内

(72)発明者 山本 修平  
千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セ  
イコー電子工業株式会社内

(72)発明者 福地 高和  
千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セ  
イコー電子工業株式会社内

(72)発明者 坂間 弘  
千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セ  
イコー電子工業株式会社内

(72)発明者 星野 雅文  
千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セ  
イコー電子工業株式会社内

(72)発明者 篠 直利  
千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セ  
イコー電子工業株式会社内

(72)発明者 山崎 修  
千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セ  
イコー電子工業株式会社内